

УДК 669.018.25:620.193.27

Е. А. Меркушкин^{*}, М. А. Сержанин, А. С. Кириллова

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

^{*}evgenmerk89@mail.ru

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук В. В. Березовская

ЛОКАЛЬНАЯ КОРРОЗИЯ CR-МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ, ЛЕГИРОВАННОЙ УГЛЕРОДОМ И АЗОТОМ

Исследовали структуру и механические свойства высокоазотистой мартенситной стали 30X15AM. Склонность стали к питтинговой и межкристаллитной коррозии изучали методом металлографического анализа поверхности, подвергнутой коррозии, с использованием программы SIAMS 800 Photolab в сравнении со стандартными электрохимическими методами. Обе методики показали высокую стойкость стали к данным видам локальной коррозии.

Ключевые слова: высокоазотистая мартенситная сталь, питтинговая коррозия, межкристаллитная коррозия, потенциодинамическая поляризация, потенциал питтингообразования, количество электричества

E. A. Merkushkin, M. A. Serzhanin, A. S. Kirillova

LOCAL CORROSION OF CR-MARTENSITIC STEEL ALLOYED WITH CARBON AND NITROGEN

The structure and mechanical properties of high-nitrogen martensitic steel 30X15AM were investigated. The tendency of steel to pitting and intergranular corrosion was studied by the method of metallographic analysis of the surface subjected to corrosion using the SIAMS 800 Photolab program in comparison with standard electrochemical methods. Both methods showed high resistance of steel to these types of local corrosion.

Key words: high nitrogen martensitic steel, pitting corrosion, intergranular corrosion, potentiodynamic polarization, pitting potential, electric charge

Мартенситная сталь 30X15AM, легированная углеродом и азотом, обладает повышенной твердостью, вязкостью, долговечностью и коррозионной стойкостью по сравнению с чисто углероди-

стыми сталями данного класса. Однако имеющиеся научные данные по коррозионной стойкости в основном касаются общей коррозии, хотя во многих применениях сталь контактирует со средой, способной вызвать локальную коррозию.

Цель работы: исследовать чувствительность стали к питтинговой и межкристаллитной коррозии после горячейковки при 1100–970 °С (ГК), аустенитизации в течение 1 ч при 1020 °С и закалки в масле (З). Химический состав исследованной стали следующий, масс. %: 0,31 С; 0,57 Si; 0,44 Mn; 0,014 P; 0,002 S; 15,35 Cr; 0,96 Mo; 0,18 Ni; 0,008 Al; 0,37 N; 0,04 V; 0,003 Ti; 0,07 Cu.

Микроструктуру стали изучали на металлографическом микроскопе Альтами MET 1 с использованием видеокамеры GX51 SIMAGIS 2M при поддержке программы Siam Photolab. Рентгеноструктурный фазовый анализ (РСФА) выполняли на дифрактометре Shimadzu XRD-7000 в Сг К α -излучении. Анализ характера разрушения стали проводили на растровом электронном микроскопе TESCAN с использованием вакуумной камеры VEGA II XMU.

Коррозионные свойства стали оценивали стандартными электрохимическими методами: питтинговой коррозии (ПК) — по ГОСТ 9.912 в 3,5 %-ном растворе NaCl, межкристаллитной коррозии (МКК) — по ГОСТ 9.914 в растворе 0,5 М H₂SO₄ и 0,01 М KSCN. После испытания коррозионных свойств поверхность образцов анализировали металлографическим методом.

Механические свойства стали 30X15 АМ соответствовали значениям $\sigma_{0,2} = 390$ МПа; $\sigma_B = 790$ МПа; $\delta_5 = 2,6$ %; $\psi = 0,4$ %. Разрушение протекало преимущественно квазисколом с элементами межзеренного разрушения. В структуре стали после закалки выявлено 35 % мартенсита и 65 % метастабильного аустенита, а после механических испытаний в результате мартенситного превращения: 88 % мартенсита и 12 % аустенита.

Экспериментально полученные кривые питтинговой коррозии стали 30X15 АМ показаны на рис. 1. Потенциал питтингообразования (E_b) составил 440 мВ, репассивация питтингов происходила медленно, потенциал репассивации (E_p) составил –20 мВ. Полученные характеристики питтинговой коррозии приведены в табл. 2.

Потенциодинамические кривые поляризации и реактивации при исследовании МКК стали приведены на рис. 2. Количество электричества, прошедшее через образец-анод, при пассивации (QP) и ре-

активации (QR) определяли по площади под кривыми пассивации (I) и реактивации (II). Результаты электрохимических исследований МКК приведены в табл. 1. Отношение QR/QП составило 0,08, что свидетельствует о стойкости стали против МКК, так как согласно ГОСТ 9.914 сталь не склонна к МКК при значениях этой величины $< 0,11$.

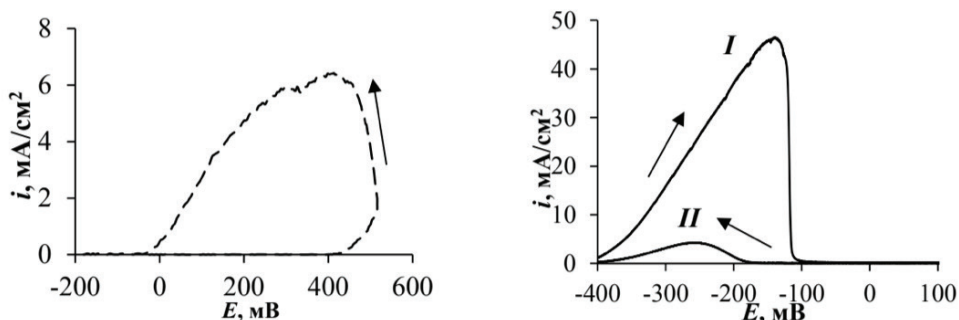


Рис. 1. Анодные поляризационные кривые стали 30X15 АМ:
а — питтинговой коррозии; б — пассивации (I) и реактивации (II)
при межкристаллитной коррозии

Таблица 1

Результаты электрохимических исследований ПК
и МКК стали 30X15АМ

Вид обработки	E_{cor}	E_b	$E_{\text{гр}}$	Q_P	Q_{Π}	i_{Π}	i_P	Q_P/Q_{Π}	i_P/i_{Π}
	мВ			мА/см ² × мВ		мА/см ²			
ГК+З	−31	440	−24	5	69	46	4	0,08	0,09

На рис. 2, а показана поверхность закаленной стали после испытаний ПК; на рис. 2, б — поперечный шлиф образца после испытаний МКК. Анализ изображения ПК поверхности показал, что вытравливание стали происходит вблизи выделений карбидов хрома Cr_{23}C_6 , но глубокого проникновения повреждений не происходит, что согласуется с результатами поляризационных исследований.

Анализ поверхности стали в трех полях зрения (табл. 2) показал, что разрушение произошло на максимальную глубину менее 30 мкм, что в соответствии с ГОСТ 6032 свидетельствует о стойкости стали против МКК.

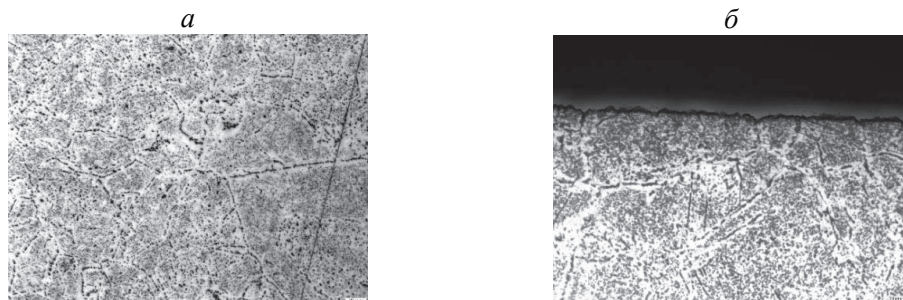


Рис. 2. Структура образца стали 30X15AM:
a — поверхность после ПК; *б* — поперечный разрез после МКК

Таблица 2

Результаты анализа изображений МКК в программе SIAMS 800

Режим ТО	Максимальная глубина коррозии h , мкм			Среднее значение
	Поле зрения 1	Поле зрения 2	Поле зрения 3	
ГК+З	3,6	5,9	4,7	4,7

Таким образом, металлографический метод оценки локальной коррозии согласуется со стандартным электрохимическим.